

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner  
US Department of Commerce  
United States Patent and Trademark  
Office, PCT  
2011 South Clark Place Room  
CP2/5C24  
Arlington, VA 22202  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE  
in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 08 March 2001 (08.03.01)	
International application No. PCT/DE00/01812	Applicant's or agent's file reference R. 36292 Gz/Os
International filing date (day/month/year) 03 June 2000 (03.06.00)	Priority date (day/month/year) 03 July 1999 (03.07.99)
Applicant GOERLACH, Alfred	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:  
12 December 2000 (12.12.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:  
\_\_\_\_\_

2. The election ☒ was  
☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer Kiwa Mpay Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
11. Januar 2001 (11.01.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/03204 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H01L 29/872,**  
21/329

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GOERLACH, Alfred**  
[DE/DE]; Bismarckstrasse 70, 72127 Kusterdingen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE00/01812**

(81) Bestimmungsstaaten (national): **CZ, HU, JP, US.**

(22) Internationales Anmeldedatum:  
3. Juni 2000 (03.06.2000)

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE).

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

Veröffentlicht:

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

— Mit internationalem Recherchenbericht.

— Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden  
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen  
eintreffen.

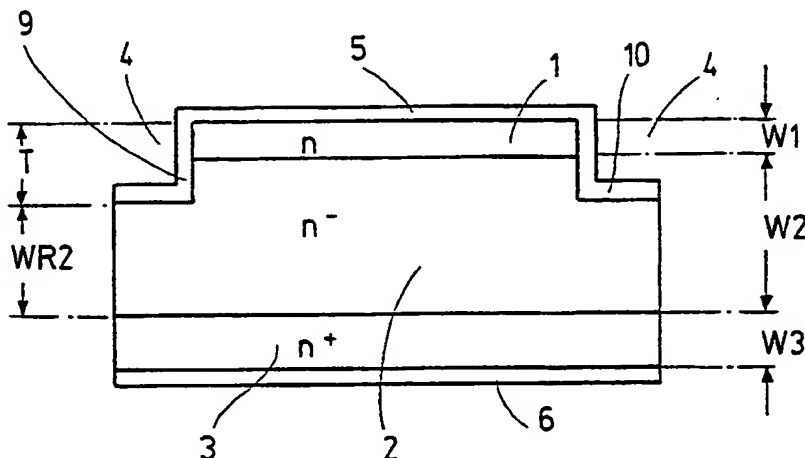
(30) Angaben zur Priorität:  
199 30 781.4 3. Juli 1999 (03.07.1999) **DE**

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: **DIODE COMPRISING A METAL SEMICONDUCTOR CONTACT AND A METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF**

(54) Bezeichnung: **DIODE MIT METALL-HALBLEITERKONTAKT UND VERFAHREN ZU IHRER HERSTELLUNG**



(57) Abstract: The invention relates to a diode, comprising a semiconductor substrate which is located between two metallic electrodes (5, 6). Said substrate has a highly doped first zone (3) which forms an ohmic junction with the first electrode (6), a second zone (1), weakly doped with the same conductivity type, which forms a rectifying junction to a second electrode (5) and a third zone (2) which is doped with a weaker concentration of the same conductivity type than the second zone (1). The third zone (2) separates the first and second zones (1, 3) from each other and the second zone (1) is enclosed

between the second electrode (5) and the third zone (2).

(57) Zusammenfassung: Eine Diode umfaßt ein zwischen zwei metallischen Elektroden (5, 6) angeordnetes Halbleitersubstrat mit einer stark dotierten ersten Zone (3), die einen ohmschen Übergang zu der ersten Elektrode (6) bildet, eine mit gleichem Leitfähigkeitstyp schwach dotierte zweite Zone (1), die einen gleichrichtenden Übergang zu der zweiten Elektrode (5) bildet, und eine dritte Zone (2), die mit gleichem Leitfähigkeitstyp schwächer als die zweite Zone (3) dotiert ist, wobei die dritte Zone (2) die erste und die zweite (1, 3) voneinander trennt und die zweite Zone (1) zwischen der zweiten Elektrode (5) und der dritten Zone (2) eingeschlossen ist.

WO 01/03204 A1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

5

## Diode mit Metall-Halbleiterkontakt und Verfahren zu ihrer Herstellung

### 10 Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Diode mit einem zwischen zwei metallischen Elektroden angeordneten Halbleitersubstrat, das in einer ersten Zone stark  
15 dotiert ist, um einen ohmschen Übergang zu der ersten Elektrode zu bilden, und in einer zweiten Zone mit gleichem Leitfähigkeitstyp schwach dotiert ist, um einen gleichrichtenden Übergang zu der zweiten Elektrode zu bilden. Derartige Halbleiterdioden,  
20 auch als Schottky-Dioden bezeichnet, sind seit langem bekannt. Sie zeichnen sich durch einen geringen Spannungsabfall in Durchlaßrichtung und eine kurze Ausschaltzeit aus, da im Gegensatz zu pn- oder pin-Dioden keine Minoritätsträger abgebaut werden müssen, um einen Stromfluß zum Erliegen zu  
25 bringen.

Figur 4 zeigt ein einfaches Ausführungsbeispiel einer solchen Diode. Über einer hochdotierten Zone 3  
30 befindet sich eine schwächer dotierte Zone 1. Auf beiden Zonen ist jeweils eine dünne Metallschicht, zum Beispiel aus Aluminium aufgebracht. Die Metallschicht an der Unterseite des Substrats bildet eine

- erste Elektrode 6, die mit der darüber liegenden Zone 3 des Halbleitersubstrats in ohmschem Kontakt steht. Die Metallschicht auf der Oberseite des Halbleiters stellt eine zweite Elektrode 5 dar, die mit der Zone 1 einen Metall-Halbleiterkontakt mit Diodencharakteristik bildet. Die erste Elektrode 6 stellt die Kathode, die zweite Elektrode 5 die Anode der Diode dar.
- 10 Wird ein solches Bauelement in Sperrrichtung betrieben, so tritt bei einer gewissen Grenzspannung analog zu einem einseitig abrupten pn-Übergang ein starkes Ansteigen des Sperrstroms infolge Lawinenmultiplikation auf. Allerdings sind die Grenzspannungen, bei denen ein solches Ansteigen des Stroms auftritt, meist deutlich kleiner, als man entsprechend der gewählten Dotierung der Zone 1 erwarten würde. Die Abweichung liegt typischerweise bei einem Faktor 3. Der Grund dafür ist, daß an den Kan-
- 15 ten der Elektroden 5,6 eine Feldstärke-Überhöhung auftritt. Deshalb beginnt die Lawinenmultiplikation am Rand des Bauelements. Die Folge davon ist, daß Dioden mit dem in Figur 1 gezeigten Aufbau schon unterhalb der Durchbruchsspannung hohe Sperrströme zeigen. Beim Lawinendurchbruch treten hohe Verlustleistungen am Diodenrand auf, da sich der gesamte Durchbruchstrom auf dieses Gebiet konzentriert. Deshalb sind Dioden mit dem in Figur gezeigten einfachen Aufbau als Elemente zur Spannungsbegrenzung
- 20
- 25
- 30 nicht geeignet.

Eine bekannte Lösung dieses Problems ist der in Figur 5 gezeigte Aufbau. Dieser ist zum Beispiel aus B.J. Baliga, Power Semiconductor Devices, PWS Pu-



blishing Company, Boston, USA, 1995 bekannt. Hier ist in die n-dotierte Zone 1 zusätzlich eine ringförmig umlaufende p-dotierte Schicht 7 eingebracht. Die Anode 5 ist nun mit Hilfe der in der Planartechnik üblichen Schritte so ausgebildet, daß sie einerseits mit der n-dotierten zweiten Zone 1 und der p-dotierten Schicht 7 kontaktiert ist, und daß andererseits der äußere Rand der Anode 5 auf einer Oxidschicht 8 an der Oberfläche des Halbleitersubstrats zu liegen kommt. Die umlaufende p-dotierte Schicht 7 wird als Guard-Ring bezeichnet. Auf diese Weise wird eine Verringerung der Randfeldstärke erreicht. Der Lawinendurchbruch findet nun nicht mehr bevorzugt am Rand statt, sondern ist gleichmäßig über die Oberfläche der zweiten Zone 1 innerhalb des Guard-Rings 7 verteilt. Da keine lokalen Durchbrüche am Rand bei Spannungen unterhalb der gewünschten Durchbruchs-Grenzspannung auftreten, kann eine Schottky-Diode mit Guard-Ring zur Spannungsbegrenzung verwendet werden.

Die Herstellung einer solchen Diode ist allerdings mit erhöhtem Aufwand verbunden. So ist zum einen die Herstellung einer flachen, schwach dotierten Zone wie der Zone 1 über einer höher dotierten wie der Zone 3 aufwendig, da im allgemeinen hierfür ein Epitaxieverfahren angewendet werden muß. Anschließend muß der Guard-Ring 7 strukturiert und eingebracht werden, und die Oxidschicht 8 muß strukturiert werden, um schließlich die Anode 5 in der gewünschten Form darauf abscheiden zu können.

Vorteile der Erfindung

Durch die vorliegende Erfindung wird eine Diode der eingangs genannten Art geschaffen, die als Spannungsbegrenzer geeignet ist und einfach und preiswert herzustellen ist. Diese Vorteile werden da-  
5 durch erreicht, daß bei der erfindungsgemäßen Diode die erste und die zweite Zone durch eine dritte Zone des Halbleitersubstrats getrennt sind, wobei diese dritte Zone mit dem gleichen Leitfähigkeitstyp wie die beiden anderen schwächer als die  
10 zweite Zone dotiert ist.

Durch geeignete Wahl der Abmessungen und Dotierungskonzentrationen der einzelnen Zonen läßt sich sicherstellen, daß die Durchbruchsspannung am Über-  
15 gang von der zweiten Elektrode zur dritten Zone größer ist als zur stärker dotierten zweiten Zone. Infolgedessen ist bei Erreichen der Durchbruchspannung dieser zweiten Zone die Randfeldstärke an einem die dritte Zone berührenden Rand der zweiten  
20 Elektrode kleiner als in ihrem die zweite Zone berührenden Bereich, so daß ein Lawinendurchbruch nur in der zweiten Zone stattfindet.

Der bekannte Guard-Ring und die zu seiner Herstellung erforderlichen Prozeßschritte können deshalb  
25 entfallen. Da die Diode nur Zonen vom gleichen Leitfähigkeitstyp benötigt, kommt man mit einem einzigen Dotiermittel aus.

30 Vorzugsweise sind die Abmessungen und die Dotierungen der Zonen so gewählt, daß die (berechnete) Durchbruchsspannung in einem Kontaktbereich zwischen der zweiten Elektrode und der dritten Zone

- 5 -

mindestens dreimal so groß ist wie zwischen der zweiten Elektrode und der zweiten Zone.

5      Gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel ist die zweite Zone über die Oberfläche der dritten Zone erhaben, und die zweite Elektrode überdeckt hutförmig die zweite Zone und weist eine die zweite Zone berührende umlaufende Krempe auf. Eine solche Diode kann zum Beispiel in einem Herstellungsverfahren  
10 erzeugt werden, bei dem zunächst die zweite Zone auf der gesamten Oberfläche der dritten Zone des Halbleitersubstrats erzeugt und anschließend lokal abgetragen wird, um die Oberfläche der dritten Zone lokal wieder freizulegen.

15      Dieses lokale Abtragen kann ein Ansägen mit einer Kreissäge oder auch ein Maskier- und Ätzverfahren umfassen.

20      Einer zweiten Ausgestaltung zufolge kann die Oberfläche der Diode auch planar und die zweite Zone inselförmig in die dritte Zone eingebettet sein, und die zweite Elektrode ist eben und berührt die dritte Zone in einem Randbereich. Eine solche Diode  
25 kann zum Beispiel durch inselweises Aufbringen eines Dotiermittels auf die Oberfläche des mit der Konzentration der dritten Zone dotierten Halbleitersubstrats und Eindiffundieren des Dotiermittels erzeugt werden.

30      Um den Kontakt zwischen den Elektroden und dem Halbleitersubstrat zu verbessern, ist vorzugsweise wenigstens eine der Elektroden auf einer oxidfreien Oberfläche des Halbleitersubstrats angebracht. Um

das in natürlicher Weise auf einem Halbleiterkristall vorhandene Oxid zu beseitigen, kommen eine Behandlung der Oberfläche durch Sputtern, durch Erhitzen im Ultrahochvakuum oder durch geeignetes Ätzen in Frage. Eine Sputterbehandlung, zum Beispiel mit Argon-Ionen, ist insbesondere dann einfach und zweckmäßig, wenn anschließend die Elektroden ihrerseits auch durch Sputtern von Metall auf das Halbleitersubstrat erzeugt werden sollen.

10

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Figuren.

15 Es zeigen:

Figuren 1,2 und 3            jeweils Strukturen von erfindungsgemäßen Halbleiterdioden im Querschnitt; und

20

Figuren 4 und 5,  
auf die bereits eingegangen worden ist

analoge Querschnitte von  
herkömmlichen Schottky-Dioden.

25

### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1 ist eine erfindungsgemäße Diode schematisch im Querschnitt dargestellt. Über einer stark n-dotierten ( $n^+$ ) sogenannten ersten Halbleiterzone 3 der Weite  $W_3$  befindet sich eine schwach dotierte ( $n^-$ ) sogenannte dritte Zone 2 mit der Weite  $W_2$ . Dabei ist die Weite  $W_3$  vorzugsweise kleiner als  $W_2$ .

30

- 7 -

- Dies ist unter Fertigungsgesichtspunkten vorteilhaft, weil es die Erzeugung der ersten Zone durch Eindiffundieren von Dotieratomen von den Oberflächen her in ein  $n^-$ -dotiertes Substrat ermöglicht, wohingegen die Erzeugung einer schwach dotierten dünnen Schicht auf einer stärker dotierten Unterlage die Anwendung von aufwendigen Epitaxialverfahren erfordern würde.
- 10 Über der Zone 2 befindet sich eine mittelstark  $n$ -dotierte ( $n$ ) sogenannte zweite Zone 1 mit der Weite  $W_1$ . Diese stellt zusammen mit der dünnen Metallschicht der Anode 5 den eigentlichen Schottky-Kontakt der dargestellten Diode dar. Die Zone 1 ist  
15 in ihrer Weite und Dotierung so ausgelegt, daß eine gewünschte Sperrspannung  $U_Z$  erreicht wird.

- An allen Rändern des Substrats ist eine Vertiefung 4 mit der Tiefe  $T$  eingeschnitten. Diese Vertiefung  
20 quert die zweite Zone 1 und reicht jeweils bis zur schwach  $n$ -dotierten dritten Zone 2. Die Anode 5 erstreckt sich in Form eines Hutes über die gesamte Oberfläche der Zone 1 und ihre vertikalen Seitenflanken 9 im Bereich der Vertiefungen 4. Die in den  
25 Vertiefungen 4 freigelegte Oberfläche der dritten Zone 2 ist durch die Krempe 10 des Hutes überdeckt.

- Eine Metallisierungsschicht an der Unterseite der zweiten Zone 3 bildet eine Kathode 6 der Diode.

30

Die im Bereich der Vertiefungen 4 reduzierte Weite  $W_{R2}$  und die Dotierung der schwach  $n$ -dotierten dritten Zone 2 sind so gewählt, daß sich für den direkten Übergang zwischen der Anode 5 und der dritten

- Zone 2 eine Durchbruchsspannung  $U_{ZR}$  ergibt, die mindestens dreimal so groß ist wie die Durchbruchsspannung  $U_Z$  von der Anode 5 zur zweiten Zone 1. Aus diesem Grund ist, wie bereits erläutert, die Feldstärke im Randbereich, das heißt an der Krempe 10 und im Bereich der Seitenflanken 9, kleiner als in der Mitte der Anode, und der Lawinendurchbruch bleibt auf die zweite Zone 1 beschränkt.
- 10 Da außerdem anders als bei einer pn-Diode der wesentliche Anteil des Sperrstroms einer Schottky-Diode durch die Barrierenhöhe (thermionic current) bestimmt ist und die Barrierenhöhe außerdem von der Sperrspannung abhängt (Verringerung der Barriere
- 15 infolge von Spiegelladungen) ist der Sperrstrom am Rand der Anode 5 am Übergang zur dritten Zone 2 sogar kleiner als im mittleren Bereich an der zweiten Zone 1.
- 20 Die in der Figur gezeigte Diode ist in folgender Weise herstellbar. Ausgehend von einem homogen  $n^-$ -dotierten Halbleitersubstrat werden in die oberflächennahen Schichten des Substrats Dotieratome eingebracht. Diese Einbringung kann zum Beispiel durch
- 25 Belegung der Oberflächen mit den Dotieratomen und anschließendes Eindiffundieren, wodurch eine Konzentrationsverteilung mit Gaußprofil erhalten wird, ~~oder auch durch Ionenimplantation erfolgen.~~ Auf diese Weise wird ein Halbleitersubstrat mit zwei
- 30 aufdotierten Oberflächenzonen, die den späteren Zonen 1 und 3 der fertigen Diode entsprechen, und einer Mittelzone mit unveränderter Dotierungskonzentration entsprechend der dritten Zone 2 erhalten.

- In einem darauf folgenden Schritt wird die schwächer dotierte der beiden Oberflächenzonen lokal abgetragen, bis die dritte Zone, deren Dotierungskonzentration unverändert geblieben ist, freiliegt.
- 5 Dieses lokale Abtragen kann zum Beispiel mit Hilfe einer Kreissäge durchgeführt werden, mit der eine Vielzahl von Rillen in die Oberfläche des Substrats geschnitten werden, zwischen denen inselförmig erhabene Bereiche mit höherer Dotierung stehenblei-
- 10 ben.
- Um die Eigenschaften des auf dieser Oberfläche aufzubringenden Schottky-Kontaktes zu verbessern, kann sich an das Sägen eine Anätzung der Halbleiterober-
- 15 fläche anschließen. Dadurch wird die durch das Einsägen in ihrer Kristallstruktur gestörte Oberfläche abgetragen, und darunterliegende, unversehrt gebliebene Bereiche des Kristalls werden freigelegt.
- 20 Das Erzeugen der Vertiefungen kann auch mit anderen Verfahren wie etwa naßchemischem Ätzen oder Gasphasenätzen unter Verwendung einer entsprechenden Maskierungstechnik bewerkstelligt werden.
- 25 Vor dem Aufbringen der Elektroden 5 und 6 kann zusätzlich eine geeignete Oberflächenbehandlung des Substrats, zum Beispiel Ätzen in Flußsäure (HF) oder Ausheizen im Ultrahochvakuum durchgeführt werden, um das natürlicherweise auf der Substratober-
- 30 fläche immer vorhandene Oxid zu beseitigen und so bessere Oberflächeneigenschaften für den Schottky-Kontakt zu schaffen.

Anschließend wird das Substrat auf beiden Oberflächen mit einer Metallschicht versehen. Hierfür wird vorzugsweise ein Sputterverfahren eingesetzt, da dies vor der Metallabscheidung ein Absputtern der natürlichen Oxidschicht in situ, zum Beispiel mit Argonionen, erlaubt. Nach dem Abscheiden der Metallschichten erfolgt das übliche Zerlegen des Substrats in einzelne Bauelemente. Hierzu wird wie zum lokalen Abtragen vorzugsweise eine Kreissäge eingesetzt, mit der das Substrat jeweils in der Mitte der zuvor eingesägten Vertiefungen auseinandergeschnitten wird (Dicing). Das Sägeblatt zum Zerlegen des Substrats ist deutlich schmaler als das Sägeblatt, das zum Einsägen der Vertiefungen 4 verwendet wird. Nach dem Zerlegen des Substrats erhält man die in Figur 1 im Querschnitt dargestellte Struktur.

Als konkretes Zahlenbeispiel soll auf die Herstellung einer Schottky-Diode aus Silicium mit einer Begrenzungsspannung von 48 Volt eingegangen werden. In ein Substrat mit einer homogenen Dotierung von  $1,8 \times 10^{15}/\text{cm}^3$  und einer Waferdicke  $W1 + W2 + W3$  von  $120 \mu\text{m}$  werden die Dotierstoffe in die Zone 1 (Vorderseite) und 3 (Rückseite) mittels Belegung und Diffusion eingebracht. Es werden so gaußförmige Dotierungsprofile in den Zonen 1 und 3 erhalten.

~~Für die n-dotierte zweite Zone 1 wird eine Oberflächenkonzentration von  $1,075 \times 10^{16}/\text{cm}^3$ , für die n-dotierte erste Zone 3 eine Oberflächenkonzentration von  $1 \times 10^{20}/\text{cm}^3$  gewählt.~~ Die Diffusionslänge beträgt in beiden Fällen  $17 \mu\text{m}$ . Die Tiefe T der die zweite Zone 1 ringsum umgebenden Vertiefung 4 beträgt  $35 \mu\text{m}$ . Die Breite der Vertiefung 4 vor dem



Vereinzeln der einzelnen Bauelemente beträgt ca. 100  $\mu\text{m}$ . Die Elektroden 5 und 6 bestehen jeweils aus einem lötbaren Schichtsystem mit Schichten aus Cr, NiV und Ag mit Schichtdicken von etwa 80,150 beziehungsweise 80 Nanometer. Beim Trennen der Dioden voneinander wird ein schmales Sägeblatt von zum Beispiel 40  $\mu\text{m}$  Breite eingesetzt, so daß die Vertiefung 4 und die darin freigelegte, mit Metall bedeckte Oberfläche der dritten Zone 2 erhalten bleibt.

Eine Oberfläche, an der inselförmige zweite Zonen 1 durch dazwischenliegende Bereiche der dritten Zone 2 getrennt sind, kann auch durch eine planare Strukturierung erzielt werden. Ein Ausführungsbeispiel ist in Figur 2 gezeigt. Hier haben die n-dotierte zweite Zone 1 und die n<sup>-</sup>-dotierte dritte Zone 2 eine gemeinsame plane Oberfläche, auf der die Anode 5 die gesamte zweite Zone 1 und, in ihren Randbereichen 11, einen Teil der Oberfläche der dritten Zone 2 abdeckt. Die Wirkungsweise dieser Ausgestaltung ist die gleiche wie im Fall der Figur 1. Die Dotierungsprofile für die Zonen 1 und 3 können wie oben in Verbindung mit Figur 1 beschrieben gewählt sein. Dabei kann die Weite der schwach dotierten Zone sogar noch etwas kleiner gewählt werden (für eine Durchbruchsspannung UZ von 48 Volt muß  $W_1 + W_2$  größer als 8  $\mu\text{m}$  sein.) Wichtig ist, daß die Anode 5 in alle Richtungen über die seitliche Ausdiffusion der zweiten Zone 1 hinausragt, so daß die Randbereiche 11 einen die zweite Zone 1 vollständig umlaufenden Ring an der Oberfläche der dritten Zone 2 bilden.

Ein drittes Beispiel einer erfindungsgemäßen Schottky-Diode ist in Figur 3 dargestellt. Sie entspricht weitgehend der Ausgestaltung aus Figur 2; zusätzlich ist noch eine Isolatorschicht 8, zum  
5 Beispiel aus  $\text{SiO}_2$ , am Rand des Halbleitersubstrats vorhanden, auf die sich der Rand der Anode 5 erstreckt. Deshalb kommt bei dieser Ausgestaltung zu der Feldstärkereduzierung durch die hochohmige dritte Zone 2 am Rand zusätzlich noch der Effekt  
10 einer Feldplatte hinzu.

Die hier beschriebenen Dioden und Herstellungsverfahren, insbesondere diejenigen nach Figur 1, eignen sich für die Herstellung von Dioden mit Silici-  
15 um, insbesondere aber auch mit Siliciumcarbid als Halbleitermaterial. Derartige SiC-Dioden sind für den Einsatz bei hohen Temperaturen und hohen Spannungen ( $> 50$  Volt) von besonderem Interesse. Bei derartigen Spannungen sind herkömmliche Dioden aus  
20 Silicium aufgrund ihrer hohen Sperrströme und Sperrverluste nur schwer einsetzbar. Siliciumcarbid ist hier aufgrund seiner niedrigen Diffusionskoeffizienten von Dotieratomen als Halbleitermaterial besser geeignet. Diese niedrigen Diffusionskoeffi-  
25 zienten erschweren aber gleichzeitig die Verarbeitung dieses Materials, denn sie erschweren oder verhindern ein Dotieren durch Aufbringen eines Dotiermittels auf die Oberfläche des Halbleiter-  
substrats und Eindiffundieren desselben. Zur Her-  
30 stellung einer Schottky-Diode aus Siliciumcarbid mit der in Figur 1 gezeigten Struktur werden deshalb die Zonen 2 und 1 mittels Epitaxie auf ein SiC-Substrat aufgebracht. Die Erzeugung der Vertie-

- 13 -

funken 4 kann dabei zum Beispiel mittels Trockenätzen auf Basis von fluorhaltigen Gasen erfolgen.

## Patentansprüche

5

1. Diode mit einem zwischen zwei metallischen Elektroden (5,6) angeordneten Halbleitersubstrat, das in einer ersten Zone (3) stark dotiert ist, um einen ohmschen Übergang zu der ersten Elektrode (6) zu bilden, und in einer zweiten Zone (1) mit gleichem Leitfähigkeitstyp schwach dotiert ist, um einen gleichrichtenden Übergang zu der zweiten Elektrode (5) zu bilden, dadurch gekennzeichnet, daß beide Zonen (1,3) durch eine dritte Zone (2) des Halbleitersubstrats getrennt sind, die mit gleichem Leitfähigkeitstyp schwächer als die zweite Zone (1) dotiert ist, und daß die zweite Zone (1) zwischen der zweiten Elektrode (5) und der dritten Zone (2) eingeschlossen ist.

20

2. Diode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchbruchsspannung zwischen der zweiten Elektrode (5) und der dritten Zone (2) wenigstens dreimal so hoch ist wie zwischen der zweiten Elektrode (5) und der zweiten Zone (1).

3. Diode nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Zone (1) über die Oberfläche der dritten Zone (2) erhaben ist, daß die zweite Elektrode (5) hutförmig die zweite Zone (1) überdeckt und eine die dritte Zone (2) berührende umlaufende Krempe (10) aufweist.

4. Diode nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Zone (1) planar und insel-  
förmig an der Oberfläche der dritten Zone (2) aus-  
gebildet ist, und daß die zweite Elektrode (5) eben  
5 ist und in einem Randbereich (11) die dritte Zone  
(2) berührt.

5. Diode nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß eine Isolatorschicht  
10 (8) auf der Oberfläche der dritten Zone (2) die  
zweite Zone (1) umgebend ausgebildet ist, und daß  
die zweite Elektrode (5) mit ihrem Rand die Isola-  
torschicht (8) berührt.

15 6. Diode nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der  
Elektroden (5,6) auf einer oxidfreien Oberfläche  
des Halbleitersubstrats angebracht ist.

20 7. Diode nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß das Halbleitersubstrat  
Si oder SiC ist.

8. Verfahren zum Herstellen einer Diode, insbeson-  
25 dere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, da-  
durch gekennzeichnet, daß an einer Oberfläche einer  
dritten Zone (2) eines Halbleitersubstrats, das ei-  
ne stark dotierte erste Zone (3) und die dritte Zo-  
ne (2) mit schwacher Dotierung und gleichem Leitfä-  
30 higkeitstyp umfaßt, eine zweite Zone (1) mit glei-  
chem Leitfähigkeitstyp und stärkerer Dotierung als  
der der dritten Zone (2) erzeugt und auf der Ober-  
fläche eine metallische Elektrode (5) abgeschieden

wird, die die zweite Zone (1) zwischen sich und der dritten Zone (2) einschließt.

- 5 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Zone (1) auf der gesamten Oberfläche der dritten Zone (2) erzeugt und anschließend lokal abgetragen wird, um die dritte Zone (2) lokal wieder freizulegen.
- 10 10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Zone (1) durch epitaxiales Schichtwachstum erzeugt wird.
- 15 11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß das lokale Abtragen ein Ansägen mit einer Kreissäge umfaßt.
- 20 12. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß das lokale Abtragen ein Maskieren und Ätzen umfaßt.
- 25 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (5,6) durch Sputtern abgeschieden werden.
- 30 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des Halbleitersubstrats vor dem Abscheiden der Elektroden (5,6) durch Sputtern oxidfrei gemacht wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Halbleitersubstrat vor dem Abscheiden der Elektroden (5,6) im Ul-

- 17 -

trahochvakuum erhitzt wird, um seine Oberfläche von Oxid zu befreien.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 15,  
5 dadurch gekennzeichnet, daß das Halbleitersubstrat vor dem Abscheiden der Elektroden (5,6) geätzt wird.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



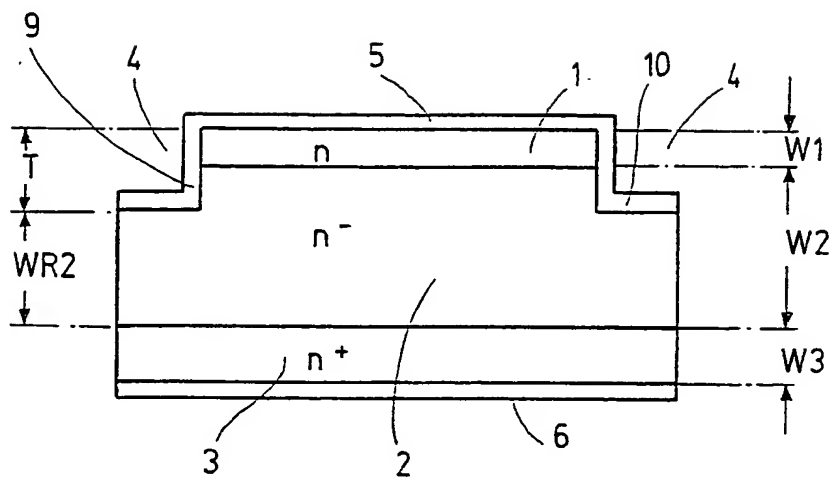


Fig. 1

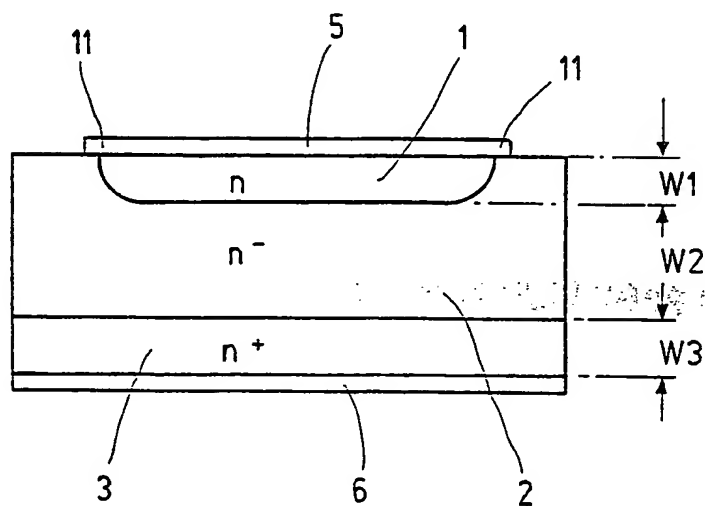


Fig. 2

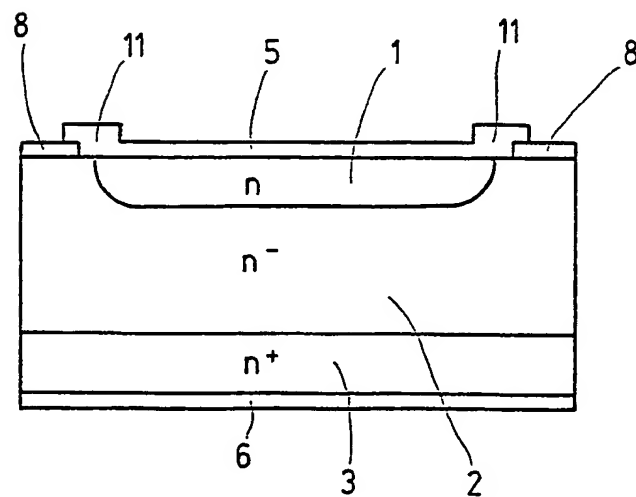
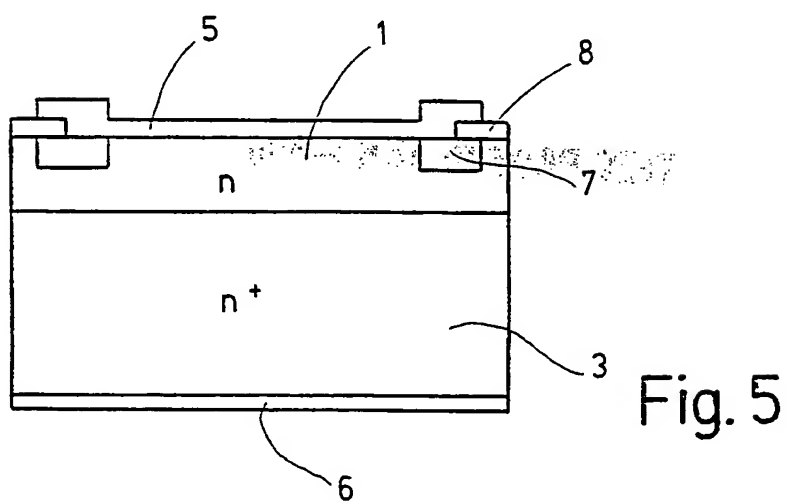
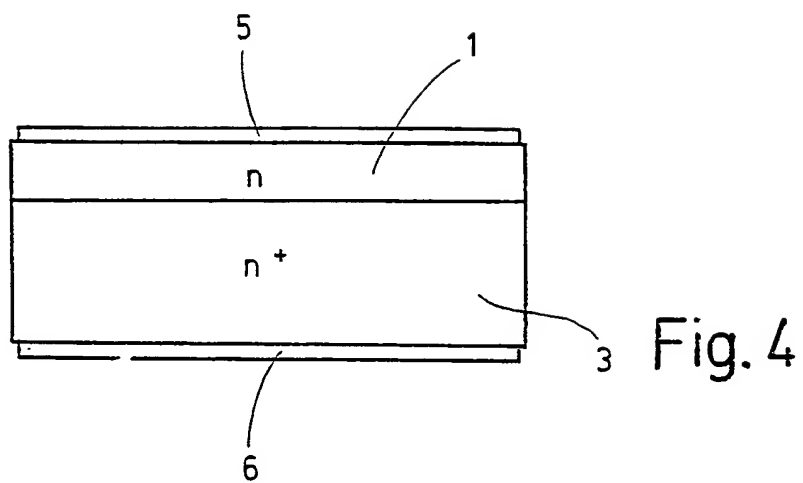


Fig. 3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

2 / 2



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Inter Application No  
 PCT/DE 00/01812

 A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 H01L29/872 H01L21/329

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, WPI Data, IBM-TDB, EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 27 33 840 A (N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN) 16 February 1978 (1978-02-16) page 18; figure 1 ---	1,7,8,10
X	WO 99 12188 A (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV ;PHILIPS AB (SE)) 11 March 1999 (1999-03-11) the whole document ---	1,7,8, 10,13
X	EP 0 275 179 A (FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION) 20 July 1988 (1988-07-20) the whole document --- -/--	1,4,7,8

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 November 2000

Date of mailing of the international search report

13/11/2000

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5818 Patentaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Baillet, B

PCT/DE 00/01812

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
------------	--	-----------------------

X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 230 (E-343), 17 September 1985 (1985-09-17) & JP 60 084878 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 14 May 1985 (1985-05-14) abstract	1,4,6-8
A	US 5 217 911 A (DENDA) 8 June 1993 (1993-06-08) column 5, line 57 -column 6, line 12	8,13,14

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/01812

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2733840 A	16-02-1978	GB 1558506 A CA 1085060 A FR 2361750 A JP 53020774 A US 4134123 A	03-01-1980 02-09-1980 10-03-1978 25-02-1978 09-01-1979
WO 9912188 A	11-03-1999	EP 0935816 A	18-08-1999
EP 275179 A	20-07-1988	CA 1285334 A JP 63192274 A US 4903087 A	25-06-1991 09-08-1988 20-02-1990
JP 60084878 A	14-05-1985	NONE	
US 5217911 A	08-06-1993	JP 2809826 B JP 4061326 A	15-10-1998 27-02-1992

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 H01L29/872 H01L21/329

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ, WPI Data, IBM-TDB, EPO-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 27 33 840 A (N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN) 16. Februar 1978 (1978-02-16) Seite 18; Abbildung 1 ---	1,7,8,10
X	WO 99 12188 A (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV ; PHILIPS AB (SE)) 11. März 1999 (1999-03-11) das ganze Dokument ---	1,7,8, 10,13
X	EP 0 275 179 A (FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION) 20. Juli 1988 (1988-07-20) das ganze Dokument --- -/--	1,4,7,8

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. November 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/11/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter


Baillet, B

**C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 230 (E-343), 17. September 1985 (1985-09-17) & JP 60 084878 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 14. Mai 1985 (1985-05-14) Zusammenfassung ----	1,4,6-8
A	US 5 217 911 A (DENDA) 8. Juni 1993 (1993-06-08) Spalte 5, Zeile 57 -Spalte 6, Zeile 12 -----	8,13,14

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Inter ktenzeichen

PCT/DE 00/01812

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 2733840	A	16-02-1978	GB	1558506 A	03-01-1980
			CA	1085060 A	02-09-1980
			FR	2361750 A	10-03-1978
			JP	53020774 A	25-02-1978
			US	4134123 A	09-01-1979
-----					
WO 9912188	A	11-03-1999	EP	0935816 A	18-08-1999
-----					
EP 275179	A	20-07-1988	CA	1285334 A	25-06-1991
			JP	63192274 A	09-08-1988
			US	4903087 A	20-02-1990
-----					
JP 60084878	A	14-05-1985	KEINE		
-----					
US 5217911	A	08-06-1993	JP	2809826 B	15-10-1998
			JP	4061326 A	27-02-1992
-----					

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[10191/2197]

DIODE HAVING A METAL SEMICONDUCTOR CONTACT,  
AND METHOD FOR THE MANUFACTURE THEREOFFIELD OF THE INVENTION

A2  
5  
The present invention relates to a diode having a semiconductor substrate that is situated between two metallic electrodes and that is strongly doped in a first zone in order to form an ohmic transition to the first electrode, and is weakly doped in a second zone having the same conductivity type in order to form a rectifying transition to the second electrode.

BACKGROUND INFORMATION

10  
15  
Semiconductor diodes of this type, also known as Schottky diodes, are conventional. They are distinguished by a small voltage drop in the conducting direction and a short turn-off time, because, in contrast to pn diodes or pin diodes, no minority charge carriers need be discharged in order to stop a flow of current.

20  
25  
30  
Figure 4 illustrates a simple example embodiment of such a diode. Above a strongly doped zone 3 is arranged a more weakly doped zone 1. A thin metal layer, made, for example, of aluminum, is applied to each of the two zones. The metal layer on the lower side of the substrate forms a first electrode 6, which is in ohmic contact with zone 3 of the semiconductor substrate arranged above it. The metal layer on the upper side of the semiconductor constitutes a second electrode 5 which forms, together with zone 1, a metal semiconductor contact having a diode characteristic. First electrode 6 represents the cathode, and second electrode 5 represents the anode of the diode.

If such a component is operated in the reverse direction, then, at a certain boundary voltage, a sharp increase in the

**THIS PAGE BLANK (USPIL)**

reverse current occurs as a result of avalanche multiplication, analogously to a one-sided abrupt pn transition. However, the boundary voltages, at which such an increase in the current occurs, are mostly significantly smaller than would be expected proportionately to the selected doping of zone 1. The deviation is typically of a factor of 3. The reason for this is that a rise in field strength occurs at the edges of electrodes 5, 6. For this reason, the avalanche multiplication begins at the edge of the component. The result is that diodes having the configuration illustrated in Figure 4 exhibit high reverse currents already below the breakdown voltage. In the case of an avalanche breakdown, high power losses occur at the diode edge, because the overall breakdown current is concentrated at this region. For this reason, diodes having the simple configuration illustrated in Figure 4 are not suitable for use as elements for limiting voltage.

A conventional solution to this problem is the configuration illustrated in Figure 5. This configuration is described, for example, in B. J. Baliga, Power Semiconductor Devices, PWS Publishing Company, Boston, U.S., 1995. An annular, circumferential p-doped layer 7 is additionally introduced into n-doped zone 1. In accordance with steps that are standard in planar technology, anode 5 is fashioned so that, on the one hand, it is contacted with n-doped second zone 1 and with p-doped layer 7, and that, on the other hand, the outer edge of anode 5 comes to rest on an oxide layer 8 on the surface of the semiconductor substrate. The circumferential p-doped layer 7 is called a guard ring. In this manner, a reduction in the edge field strength is achieved. The avalanche breakdown now no longer occurs at the edge, but rather is distributed in a uniform manner over the surface of second zone 1 inside guard ring 7. Because no local breakdowns occur at the edge at voltages below the desired breakdown boundary voltage, a Schottky diode having a guard ring can be used for voltage limitation.

**THIS PAGE BLANK (USPIC)**



The manufacture of such a diode is, however, associated with an increased expense. Thus, on the one hand, the manufacture of a flat, weakly doped zone such as zone 1 over a more strongly doped zone, such as zone 3, is expensive, because, in general, an epitaxial method must be used for this purpose. Subsequently, guard ring 7 must be structured and put in place, and oxide layer 8 must be structured, in order finally to enable anode 5 to be deposited thereupon in the desired form.

#### SUMMARY

In accordance with the present intention, a diode of the type indicated above is created that is suitable for use as a voltage limiter and may be manufactured easily and economically. These advantages are achieved due to the fact that, in the diode according to the present invention, the first and second zone are separated by a third zone of the semiconductor substrate, this third zone, having the same conductivity type as the two others, being doped more weakly than the second zone.

Through suitable choice of the dimensions and doping concentrations of the individual zones, it may be ensured that the breakdown voltage at the transition from the second electrode to the third zone is greater than to the more strongly doped second zone. As a result, when the breakdown voltage of this second zone is achieved, the edge field strength at an edge of the second electrode touching the third zone is smaller than in its region touching the second zone, so that an avalanche breakdown occurs only in the second zone.

The conventional guard ring, and the process steps required for its manufacture, may therefore be omitted. Since the diode requires only zones having the same conductivity type, a single doping agent is sufficient.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

The dimensions and the dopings of the zones may be selected such that the (calculated) breakdown voltage in a contact region between the second electrode and the third zone is at least three times as great as that between the second electrode and the second zone.

According to a first example embodiment of the present invention, the second zone is raised over the surface of the third zone, and the second electrode covers the second zone in a hat shape, and has a surrounding rim that touches the second zone. Such a diode may be produced, for example, using a manufacturing process where, first, the second zone is produced on the overall surface of the third zone of the semiconductor substrate and is subsequently eroded locally, in order to expose the surface of the third zone locally.

This local erosion may include a sawing using a circular saw, or also a masking and etching method.

According to a second example embodiment of the present invention, the surface of the diode may also be planar, and the second zone may be embedded into the third zone in the manner of islands, and the second electrode is flat and touches the third zone in an edge region. Such a diode may be produced, for example, through the island-by-island application of a doping agent onto the surface of the semiconductor substrate, doped with the concentration of the third zone, and diffusing in of the doping agent.

In order to improve the contact between the electrodes and the semiconductor substrate, at least one of the electrodes may be applied to an oxide-free surface of the semiconductor substrate. In order to remove the oxide that is naturally present on a semiconductor crystal, a treatment of the surface through sputtering, through heating in an ultrahigh vacuum, or through suitable etching is possible. A sputter treatment, for example using argon ions, is in particular simple and useful

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

if the electrodes are subsequently also to be produced through the sputtering of metal onto the semiconductor substrate.

Additional features and advantages of the invention are derived from the following description of example embodiments, with reference to the Figures.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Figure 1 is a cross-sectional view of the structure of an example embodiment of a diode according to the present invention.

Figure 2 is a cross-sectional view of the structure of another example embodiment of a diode according to the present invention.

Figure 3 is a cross-sectional view of the structure of a further example embodiment of a diode according to the present invention.

Figure 4 is a cross-sectional view a Schottky diode.

Figure 5 is a cross-sectional view of another Schottky diode.

#### DETAILED DESCRIPTION

In Figure 1, a diode according to the present invention is illustrated schematically in cross-section. A weakly doped ( $n^-$ ) third semiconductor zone (as it is called) 2, having width  $W_2$ , is arranged above a strongly n-doped ( $n^+$ ) first semiconductor zone (as it is called) 3, having width  $W_3$ .  $W_3$  may be smaller than  $W_2$ . From the manufacturing standpoint, this arrangement may be advantageous because it enables the production of the first zone through the diffusing in of doping atoms from the surfaces into an n-doped substrate, whereas the production of a weakly doped thin layer on a more strongly doped base may require the use of expensive epitaxial methods.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Located above zone 2 is a second zone (as it is called) 1 that is n-doped with medium strength (n), having width  $W_1$ . Together with the thin metal layer of the anode 5, this zone represents the actual Schottky contact of the diode illustrated. Zone 1 is configured in its width and doping so that a desired reverse voltage  $U_Z$  is achieved.

At all edges of the substrate, a recess 4 having depth  $T$  is cut in. This recess crosses second zone 1 and extends up to the weakly n-doped third zone 2. Anode 5 extends, in the shape of a hat, over the entire surface of zone 1 and its vertical lateral edges 9 in the region of recesses 4. The surface of third zone 2 exposed in recesses 4 is covered by rim 10 of the hat.

A metallization layer on the underside of second zone 3 forms a cathode 6 of the diode.

Width  $W_{R2}$ , which is reduced in the area of recesses 4, and the doping of the weakly n-doped third zone 2, are selected such that a breakdown voltage  $U_{ZR}$  results for the direct transition between anode 5 and third zone 2 that is at least three times as large as breakdown voltage  $U_Z$  of anode 5 to second zone 1. For this reason, as explained above, the field strength in the edge region, i.e., at rim 10 and in the area of lateral edges 9, is smaller than in the center of the anode, and the avalanche breakdown remains limited to second zone 1.

Since, moreover, in contrast to the case of a pn diode, the essential portion of the reverse current of a Schottky diode is determined by the barrier height (thermionic current), and, moreover, the barrier height depends on the reverse voltage (reduction of the barrier as a result of mirror charges), the reverse current at the edge of anode 5 at the transition to third zone 2 is, in fact, smaller than in the center region at second zone 1.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



The diode illustrated in Figure 1 may be manufactured in the following manner. Beginning with a homogenous n<sup>-</sup>-doped semiconductor substrate, doping atoms are introduced into the layers of the substrate close to the surface. This introduction may, for example, occur through the occupation of the surfaces with the doping atoms and subsequent diffusing in, through which a concentration distribution having a Gauss profile is obtained, or else may occur through ion implantation. In this manner, one obtains a semiconductor substrate having two doped-on surface zones that correspond to the later zones 1 to 3 of the finished diode, and a center zone having an unchanged doping concentration corresponding to third zone 2.

In a subsequent step, the more weakly doped of the two surface zones is eroded locally until the third zone, the doping concentration of which has remained unchanged, is exposed. This local erosion may be performed, for example, with the aid of a circular saw, with which a multiplicity of grooves are cut into the surface of the substrate, between which island-type raised areas having a high degree of doping remain.

In order to improve the characteristics of the Schottky contact to be applied to this surface, an etching onto the semiconductor surface may follow the sawing. In this manner, the surface disturbed in its crystal structure by the sawing is eroded, and regions of the crystal that are located thereunder and that have remained undamaged are exposed.

The production of the recesses may also be effected using other methods, such as wet-chemical etching or gas-phase etching, with the use of a corresponding masking technique.

Before the depositing of electrodes 5 to 6, in addition, a suitable surface treatment of the substrate, for example etching in hydrofluoric acid (HF) or heating in an ultrahigh vacuum, may be performed, in order to remove the oxide that is

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

always naturally present on the substrate surface, and thus to create better surface characteristics for the Schottky contact.

5 Subsequently, the substrate is provided on both surfaces with a metal layer. For this purpose, a sputtering method may be used, because this allows a sputtering on, before the metal depositing, of the natural oxide layer in situ, for example using argon ions. Once the metal layers are deposited, the  
10 substrate is diced into individual components in the usual manner. For this purpose, as for the local erosion, a circular saw may be used, with which the substrate is cut apart in the center of each of the previously sawed-in recesses (dicing). The saw blade for dicing the substrate is significantly  
15 narrower than the saw blade used for sawing in recesses 4. Once the substrate is diced, one obtains the structure illustrated in cross-section in Figure 1.

As a concrete numerical example, the manufacture of a Schottky diode from silicon, having a limitation voltage of 48 volts, shall be considered. In a substrate having a homogenous doping of  $1.8 \times 10^{15}/\text{cm}^3$  and a wafer thickness  $W1 + W2 + W3$  of  $120 \mu\text{m}$ , the doping materials are introduced into zones 1 (front side) and 3 (back side) by occupation and diffusion. In this manner,  
20 Gauss-shaped doping profiles are obtained in zones 1 and 3. For n-doped second zone 1, a surface concentration of  $1.075 \times 10^{16}/\text{cm}^3$  is selected, and for the n<sup>+</sup>-doped first zone 3, a surface concentration of  $1 \times 10^{20}/\text{cm}^3$  is selected. In both cases, the diffusion length is  $17 \mu\text{m}$ . Depth T of recess 4,  
25 which completely surrounds second zone 1, is  $35 \mu\text{m}$ . The width of recess 4 before the sectioning of the individual components is approximately  $100 \mu\text{m}$ . Electrodes 5 and 6 are each made of a solderable layer system having layers of Cr, NiV, and Ag, having respective layer thicknesses of approximately 80, 150,  
30 and 80 nanometers. In the separation of the diodes from one another, a narrow saw blade, having, for example, a width of

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

40  $\mu\text{m}$ , is used, so that recess 4 and the surface of third zone 2 exposed therein and covered with metal remain present.

5 A surface on which island-type second zones 1 are separated by intervening regions of third zone 2 may also be achieved through a planar structuring. An example embodiment is illustrated in Figure 2. Here, n-doped second zone 1 and n<sup>-</sup>-doped third zone 2 have a common flat surface on which anode 5 covers the entire second zone 1 and, in its edge regions 11, a part of the surface of third zone 2. The manner of operation of this construction is the same as that illustrated in Figure 1. The doping profiles for zones 1 and 3 may be selected, as described above in connection with Figure 1. The width of the weakly doped zone may even be selected somewhat smaller (for a breakdown voltage  $U_Z$  of 48 volts,  $W_1 + W_2$  must be greater than 8  $\mu\text{m}$ ). It is important that anode 5 extend beyond the lateral diffusing out of second zone 1 in all directions, so that edge regions 11 form a ring that completely surrounds second zone 1 on the surface of third zone 2.

10  
15  
20  
25 A third example embodiment of a Schottky diode according to the present invention is illustrated in Figure 3. It largely corresponds to the arrangement illustrated in Figure 2. In addition, another insulating layer 8, made, for example, of  $\text{SiO}_2$ , is present on the edge of the semiconductor substrate onto which the edge of anode 5 extends. For this reason, in this construction, in addition to the field strength reduction due to the high-ohmic third zone 2, at the edge there is also the effect of a magnetoresistor.

30 The diodes and manufacturing methods described herein, in particular those illustrated in Figure 1, are suitable for the manufacture of diodes using silicon, but in particular also using silicon carbide, as a semiconductor material. SiC diodes of this sort are of particular interest for use at high  
35 temperatures and high voltages ( $> 50$  volts). At such voltages, conventional diodes made of silicon may be used only with

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

difficulty due to their high reverse currents and reverse losses. Here, silicon carbide is more suitable as a semiconductor material due to its low diffusion coefficients of doping atoms. However, at the same time, these low diffusion coefficients make the processing of this material more difficult, because they complicate or prevent a doping through application of a doping agent onto the surface of the semiconductor substrate and diffusing in thereof. For this reason, for the manufacture of a Schottky diode from silicon carbide having the structure illustrated in Figure 1, zones 2 and 1 are deposited on an SiC substrate epitaxially. The production of recesses 4 may occur, for example, by dry etching on the basis of gases containing fluorine.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



ABSTRACT

A diode includes a semiconductor substrate that is arranged between two metallic electrodes, having a strongly doped first zone that forms an ohmic transition to the first electrode, a weakly doped second zone, having the same conductivity type, that forms a rectifying transition to the second electrode, and a third zone that, having the same conductivity type, is doped more weakly than the second zone. The third zone separates the first and the second zones from one another, and the second zone is enclosed between the second electrode and the third zone.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT  
International application No. PCT/DE00/01812

I. Basis of the report

1. With regard to the **components** of the international application (*Substitute sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments (Rules 70.16 and 70.17))*):

**Description, pages:**

1-13 original version

**Patent claims, nos.:**

2-7, 9-16 original version

1, 8 received on 12 May 2001 with letter dated 8 May 2001

**Drawings, sheets:**

1, 2 original version

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step and industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. STATEMENT

Novelty (N)	Yes: claims 1-16 No: claims
Inventive step (IS)	Yes: claims 1-16 No: claims
Industrial applicability (IA)	Yes: claims 1-16 No: claims

2. CITATIONS AND EXPLANATIONS

see appended sheet

82244510250

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## **VII. Particular flaws in the international application**

It was determined that the international application has the following flaws with respect to form or content:

**see appended sheet**

## **VIII. Particular observations concerning the international application**

Concerning the clarity of the patent claims, the specification and the drawings, or concerning the question whether the claims are supported in their full scope by the specification, the following is to be noted:

**see appended sheet**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT --  
APPENDED SHEET

International application No. PCT/DE00/01812

---

The following statements relate to points II-VII stated in the covering sheet, where these are checked:

1. Reference is made to the following documents:

D1: German Patent 27 33 840 A (N.V. PHILIPS

GLOEILAMPENFABRIEKEN), 16 Feb 1978 (1978-02-16)

D2: WO 99 12188 A (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV; PHILIPS AB (SE)), 11 March 1999 (1999-03-11)

D3: European Patent A-0 275 179 (FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION), 20 July 1988 (1988-07-20)

D4: PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 009, no. 230, (E-343), 17 September 1985 (1985-09-17) & JP 60 084878 (HITACHI SEISAKUSHO KK), 14 May 1985 (1985-05-14)

2. The application does not meet the requirements of Article 6 PCT, because claims 1, 8 are unclear.

2.1. It is not clear whether the wording "is enclosed between" in Claim 1, and the corresponding wording in claim 8, means that additional elements can be present between the second zone (1) and the second electrode (5) or the third zone (2), as is the case in D3 (here a guard ring) or D4 (here an insulator).

2.2. The problem to be solved by the invention would have to be redefined in the light of documents D1-D4, which, all together, indicate a Schottky diode having a 3-zone structure.

3.1. However, it is noted that the subject matter of claims 1-16 is new and inventive (Art. 33.2 and 33.3 PCT) if the above unclear wording is to be understood as meaning that no additional elements are present between the second zone (1) and the second electrode (5) or the third zone (2), because

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



none of the above-cited documents indicates or renders obvious such a device. The specific construction of the individual zones and of the second electrode determine a particular value for the avalanche breakdown voltage.

3.2. Otherwise, D3-D4 present a relevant prior art that is also a bar to novelty, depending on the interpretation of this wording.

4. Contrary to the requirements of Rule 5.1 a) ii) PCT, neither the relevant prior art disclosed in documents D1-D4 nor these documents themselves are indicated in the specification. Corresponding to the requirements of Rule 6.3b) PCT, a correct application of the bipartite form with respect to the closer of these documents would be required.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

10/0301309

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference R. 36292 Sb/Kat	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/DE00/01812	International filing date (day/month/year) 03 June 2000 (03.06.00)	Priority date (day/month/year) 03 July 1999 (03.07.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01L 29/872		
Applicant ROBERT BOSCH GMBH		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 1 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☒ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 12 December 2000 (12.12.00)	Date of completion of this report 25 May 2001 (25.05.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE00/01812

## I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (*Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.*):

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description. pages 1-13, as originally filed.  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand.  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☒ the claims, Nos. 2-7, 9-16, as originally filed,  
 Nos. \_\_\_\_\_, as amended under Article 19,  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the demand.  
 Nos. 1, 8, filed with the letter of 08 May 2001 (08.05.2001)  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☒ the drawings, sheets/fig 1, 2, as originally filed,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the demand.  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/DE 00/01812**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability: citations and explanations supporting such statement****1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1-16	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-16	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-16	YES
	Claims		NO

**2. Citations and explanations**

The remarks below relate to Boxes II-VIII where checked as listed on the cover sheet:

**1. Reference is made to the following documents:**

D1 = DE-A-27 33 840 (N.V. PHILIPS'  
GLOEILAMPENFABRIEKEN), 16 February 1978  
(1978-02-16);

D2 = WO-A-99/12188 (KONINKL PHILILPS ELECTRONICS  
NV; PHILIPS AB (SE)), 11 March 1999  
(1999-03-11);

D3 = EP-A-0 275 179 (FAIRCHILD SEMICONDUCTOR  
CORPORATION), 20 July 1988 (1988-07-20);

D4 = PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Vol. 009, No. 230  
(E-343), 17 September 1985 (1985-09-17) and  
JP-A-60 084 878 (HITACHI SEISAKUSHO KK),  
14 May 1985 (1985-05-14).

**2. The application does not satisfy the requirements of PCT Article 6 because Claims 1 and 8 are unclear.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



- 2.1 It is unclear whether the expression "between...is included" in Claim 1 and the corresponding expression in Claim 8 means that, between the second zone (1) and the second electrode (5) and/or the third zone (2), additional elements can intervene as is the case in D3 (a Guard Ring) or D4 (insulation).
- 2.2 In the light of documents D1-D4, which all present a Schottky diode with a three-zone structure, the problem addressed by the invention should have been redefined.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**VII. Certain defects in the international application**

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

- 3.1 It should be noted that the subject matter of Claim 1-16 is novel and inventive (PCT Article 33(2) and (3)) if the above unclear expression should be so interpreted that no additional elements intervene between the second zone (1) and the second electrode (5) and/or the third zone (2), because none of the above-mentioned documents presents or suggests such a device. The special embodiment of the individual zones and the second electrode determine a particular value of the avalanche breakthrough voltage.
- 3.3 Otherwise, D3-D4 represent relevant prior art that also is prejudicial to novelty, depending on the interpretation of the above expression.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

4. Contrary to PCT Rule 5.1(a)(ii), the description does not cite documents **D1-D4** or indicate the relevant prior art disclosed therein. As defined by PCT Rule 6.3(b), the two-part form must be correctly delimited over the most relevant of said documents.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# PCT ANTRAG

Der Unterzeichnete beantragt, daß die vorliegende internationale Anmeldung nach dem Vertrag über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens behandelt wird

Vom Anmeldeamt auszufüllen

Internationales Aktenzeichen

Internationales Anmeldedatum

Name des Anmeldeamts und "PCT International Application"

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts (falls gewünscht)  
(max. 12 Zeichen) R. 36292 Gz/Os ✓

## Feld Nr. I BEZEICHNUNG DER ERFINDUNG

Diode mit Metall-Halbleiterkontakt und Verfahren zu ihrer Herstellung ✓

## Feld Nr. II ANMELDER

Name und Anschrift (Familiennamen, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

ROBERT BOSCH GMBH  
Postfach 30 02 20  
70442 Stuttgart  
Bundesrepublik Deutschland (DE)

☐ Diese Person ist gleichzeitig Erfinder

Telefonnr.:  
0711/811-33155

Telefaxnr.:  
0711/811-331 81

Fernschreibnr.:

Staatsangehörigkeit (Staat): DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE

Diese Person ist Anmelder ☐ alle Bestimmungsstaaten ☒ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten ☐ nur die Vereinigten Staaten von Amerika ☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

## Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITERE) ERFINDER

Name und Anschrift (Familiennamen, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

GOERLACH, Alfred ✓  
Bismarckstr. 70  
72127 Kusterdingen  
DE

Diese Person ist  
☐ nur Anmelder

☒ Anmelder und Erfinder

☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat): DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE

Diese Person ist Anmelder ☐ alle Bestimmungsstaaten ☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten ☒ nur die Vereinigten Staaten von Amerika ☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

☐ Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einem Fortsetzungsblatt angegeben.

## Feld Nr. IV ANWALT ODER GEMEINSAMER VERTRETER; ZUSTELLANSCHRIFT

Die folgende Person wird hiermit bestellt/ist bestellt worden, um für den (die) Anmelder vor den zuständigen internationalen Behörden in folgender Eigenschaft zu handeln als: ☐ Anwalt ☐ gemeinsamer Vertreter

Name und Anschrift (Familiennamen, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben)

Telefonnr.:

Telefaxnr.:

Fernschreibnr.:

☐ Dieses Kästchen ist anzukreuzen, wenn kein Anwalt oder gemeinsamer Vertreter bestellt ist und statt dessen im obigen Feld eine spezielle Zustellanschrift angegeben ist.

82244510250

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**Feld Nr. V BESTIMMUNG VON STAATEN**

Die folgenden Bestimmungen nach Regel 4.9 Absatz a werden hiermit vorgenommen:

**Regionales Patent**

- ☐ **AP ARIPO-Patent:** GH Ghana, GM Gambia, KE Kenia, LS Lesotho, MW Malawi, SD Sudan, SL Sierra Leone, SZ Swasiland, UG Uganda, ZW Simbabwe und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Harare-Protokolls und des PCT ist
- ☐ **EA Eurasisches Patent:** AM Armenien, AZ Aserbaidshan, BY Belarus, KG Kirgisistan, KZ Kasachstan, MD Republik Moldau, RU Russische Föderation, TJ Tadschikistan, TM Turkmenistan und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Eurasischen Patentübereinkommens und des PCT ist
- ☒ **EP Europäisches Patent:** AT Österreich, BE Belgien, CH und LI Schweiz und Liechtenstein, CY Zypern, DE Deutschland, DK Dänemark, ES Spanien, FI Finnland, FR Frankreich, GB Vereinigtes Königreich, GR Griechenland, IE Irland, IT Italien, LU Luxemburg, MC Monaco, NL Niederlande, PT Portugal, SE Schweden und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Europäischen Patentübereinkommens und des PCT ist.
- ☐ **OA OAPI-Patent:** BF Burkina Faso, BJ Benin, CF Zentralafrikanische Republik, CG Kongo, CI Côte d'Ivoire, CM Kamerun, GA Gabun, GN Guinea, GW Guinea-Bissau, ML Mali, MR Mauretanien, NE Niger, SN Senegal, TD Tschad, TG Togo und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat der OAPI und des PCT ist.

**Nationales Patent** (falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges Verfahren gewünscht wird, bitte auf der gepunkteten Linie angeben):

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> <b>AE</b> Vereinigte Arabische Emirate           | <input type="checkbox"/> <b>LR</b> Liberia.....  |
| <input type="checkbox"/> <b>AL</b> Albanien                               | <input type="checkbox"/> <b>LS</b> Lesotho.....  |
| <input type="checkbox"/> <b>AM</b> Armenien .....                         | <input type="checkbox"/> <b>LT</b> Litauen .....   |
| <input type="checkbox"/> <b>AT</b> Österreich .....                       | <input type="checkbox"/> <b>LU</b> Luxemburg.....  |
| <input type="checkbox"/> <b>AU</b> Australien .....                       | <input type="checkbox"/> <b>LV</b> Lettland .....  |
| <input type="checkbox"/> <b>AZ</b> Aserbaidshan .....                     | <input type="checkbox"/> <b>MD</b> Republik Moldau.....                                  |
| <input type="checkbox"/> <b>BA</b> Bosnien-Herzegowina .....              | <input type="checkbox"/> <b>MG</b> Madagaskar.....                                       |
| <input type="checkbox"/> <b>BB</b> Barbados .....                         | <input type="checkbox"/> <b>MK</b> Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien ..... |
| <input type="checkbox"/> <b>BG</b> Bulgarien.....                         | <input type="checkbox"/> <b>MN</b> Mongolei .....  |
| <input type="checkbox"/> <b>BR</b> Brasilien.....                         | <input type="checkbox"/> <b>MW</b> Malawi.....   |
| <input type="checkbox"/> <b>BY</b> Belarus.....                           | <input type="checkbox"/> <b>MX</b> Mexiko.....   |
| <input type="checkbox"/> <b>CA</b> Kanada .....                           | <input type="checkbox"/> <b>NO</b> Norwegen.....   |
| <input type="checkbox"/> <b>CH und LI</b> Schweiz und Liechtenstein ..... | <input type="checkbox"/> <b>NZ</b> Neuseeland.....                                       |
| <input type="checkbox"/> <b>CN</b> China.....                             | <input type="checkbox"/> <b>PL</b> Polen.....  |
| <input type="checkbox"/> <b>CU</b> Kuba .....                             | <input type="checkbox"/> <b>PT</b> Portugal.....   |
| <input checked="" type="checkbox"/> <b>CZ</b> Tschechische Republik.....  | <input type="checkbox"/> <b>RO</b> Rumänien .....  |
| <input type="checkbox"/> <b>DE</b> Deutschland.....                       | <input type="checkbox"/> <b>RU</b> Russische Föderation.....                             |
| <input type="checkbox"/> <b>DK</b> Dänemark.....                          | <input type="checkbox"/> <b>SD</b> Sudan .....   |
| <input type="checkbox"/> <b>EE</b> Estland.....                           | <input type="checkbox"/> <b>SE</b> Schweden .....  |
| <input type="checkbox"/> <b>ES</b> Spanien.....                           | <input type="checkbox"/> <b>SG</b> Singapur .....  |
| <input type="checkbox"/> <b>FI</b> Finnland.....                          | <input type="checkbox"/> <b>SI</b> Slowenien.....  |
| <input type="checkbox"/> <b>GB</b> Vereinigtes Königreich .....           | <input type="checkbox"/> <b>SK</b> Slowakei.....   |
| <input type="checkbox"/> <b>GD</b> Grenada.....                           | <input type="checkbox"/> <b>SL</b> Sierra Leone .....                                    |
| <input type="checkbox"/> <b>GE</b> Georgien.....                          | <input type="checkbox"/> <b>TJ</b> Tadschikistan.....                                    |
| <input type="checkbox"/> <b>GH</b> Ghana .....                            | <input type="checkbox"/> <b>TM</b> Turkmenistan.....                                     |
| <input type="checkbox"/> <b>GM</b> Gambia .....                           | <input type="checkbox"/> <b>TR</b> Türkei.....   |
| <input type="checkbox"/> <b>HR</b> Kroatien .....                         | <input type="checkbox"/> <b>TT</b> Trinidad und Tobago.....                              |
| <input checked="" type="checkbox"/> <b>HU</b> Ungarn.....                 | <input type="checkbox"/> <b>UA</b> Ukraine.....  |
| <input type="checkbox"/> <b>ID</b> Indonesien .....                       | <input type="checkbox"/> <b>UG</b> Uganda.....   |
| <input type="checkbox"/> <b>IL</b> Israel.....                            | <input checked="" type="checkbox"/> <b>US</b> Vereinigte Staaten von Amerika.....        |
| <input type="checkbox"/> <b>IN</b> Indien .....                           | <input type="checkbox"/> <b>UZ</b> Usbekistan.....                                       |
| <input type="checkbox"/> <b>IS</b> Island .....                           | <input type="checkbox"/> <b>VN</b> Vietnam.....  |
| <input checked="" type="checkbox"/> <b>JP</b> Japan.....                  | <input type="checkbox"/> <b>YU</b> Jugoslawien.....                                      |
| <input type="checkbox"/> <b>KE</b> Kenia.....                             | <input type="checkbox"/> <b>ZA</b> Südafrika.....  |
| <input type="checkbox"/> <b>KG</b> Kirgisistan.....                       | <input type="checkbox"/> <b>ZW</b> Simbabwe.....   |
| <input type="checkbox"/> <b>KP</b> Demokratische Volksrepublik Korea..... |  |
| <input type="checkbox"/> <b>KR</b> Republik Korea.....                    |  |
| <input type="checkbox"/> <b>KZ</b> Kasachstan.....                        |  |
| <input type="checkbox"/> <b>LC</b> Saint Lucia .....                      |  |
| <input type="checkbox"/> <b>LK</b> Sri Lanka .....                        |  |

Kästchen für die Bestimmung von Staaten, die dem PCT nach der Veröffentlichung dieses Formblatts beigetreten sind:

Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen: zusätzlich zu den oben genannten Bestimmungen nimmt der Anmelder nach Regel 4.9 Absatz b auch alle anderen nach dem PCT zulässigen Bestimmungen vor mit Ausnahme der im Zusatzfeld genannten Bestimmungen, die von dieser Erklärung ausgenommen sind. Der Anmelder erklärt, daß diese zusätzlichen Bestimmungen unter dem Vorbehalt einer Bestätigung stehen und jede zusätzliche Bestimmung, die vor Ablauf von 15 Monaten ab dem Prioritätsdatum nicht bestätigt wurde, nach Ablauf dieser Frist als vom Anmelder zurückgenommen gilt. (Die Bestätigung einer Bestimmung erfolgt durch die Einreichung einer Mitteilung, in der diese Bestimmung angegeben wird, und die Zahlung der Bestimmungs- und der Bestätigungsgebühr. Die Bestätigung muß beim Anmeldeamt innerhalb der Frist von 15 Monaten eingehen.)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Feld Nr. VI PRIORITÄTSANSPRUCH		<input type="checkbox"/> Weitere Prioritätsansprüche sind im Zusatzfeld angegeben		
Anmeldedatum der früheren Anmeldung (Tag/Monat/Jahr)	Aktenzeichen der früheren Anmeldung	Ist die frühere Anmeldung eine:		
		nationale Anmeldung: Staat	regionale Anmeldung: * regionales Amt	internationale Anmeldung: Anmeldeamt
Zeile (1) 3. Juli 1999 / (03.07.99)	199 30 781.4	Bundesrepublik Deutschland		
Zeile (2)				
Zeile (3)				

☒ Das Anmeldeamt wird ersucht, eine beglaubigte Abschrift der oben in Zeile(n) (1) bezeichneten früheren Anmeldung(en) zu erstellen und dem Internationalen Büro zu übermitteln.

### Feld Nr. VII INTERNATIONALE RECHERCHENBEHÖRDE

Wahl der Internationalen Recherchenbehörde (ISA)  
(falls zwei oder mehr als zwei Internationale Recherchenbehörden für die Ausführung der internationalen Recherche zuständig sind, geben Sie die von Ihnen gewählte Behörde an: (der: Zweibuchstaben-Code kann benutzt werden)  
ISA/

Antrag auf Nutzung der Ergebnisse einer früheren Recherche: Bezugnahme auf diese frühere Recherche (falls eine frühere Recherche bei der internationalen Recherchenbehörde beantragt oder von ihr durchgeführt worden ist):  
Datum (Tag/Monat/Jahr): Aktenzeichen Staat (oder regionales Amt)

### Feld Nr. VIII KONTROLLISTE; EINREICHUNGSSPRACHE

Diese internationale Anmeldung enthält die folgende Anzahl von Blättern:

Antrag : 3 / Blätter  
Beschreibung (ohne Sequenzprotokollteil) : 13 / Blätter  
Ansprüche : 4 / Blätter  
Zusammenfassung: 1 / Blätter  
Zeichnungen : 2 / Blätter  
Sequenzprotokollteil der Beschreibung : Blätter  
Blattzahl insgesamt : 23 Blätter

Dieser internationalen Anmeldung liegen die nachstehend angekreuzten Unterlagen bei:

- ☒ Blatt für die Gebührenberechnung
- ☐ Gesonderte unterzeichnete Vollmacht
- ☐ Kopien der allgemeinen Vollmacht; Aktenzeichen (falls vorhanden)
- ☐ Begründung für das Fehlen einer Unterschrift
- ☐ Prioritätsbeleg(e), in Feld VI durch folgende Zeilennummer gekennzeichnet:
- ☐ Übersetzung der internationalen Anmeldung in die folgende Sprache:
- ☐ Gesonderte Angaben zu hinterlegten Mikroorganismen oder biologischem Material
- ☐ Sequenzprotokolle für Nucleotide und/oder Aminosäuren (Diskette)
- ☒ Sonstige (einzeln auflisten):  
Abschrift der Voranmeldung für Prioritätsbeleg

Abbildung der Zeichnungen, die mit der Zusammenfassung veröffentlicht werden soll (Nr.): 4

Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht wird: Deutsch

### Feld Nr. IX UNTERSCHRIFT DES ANMELDERS ODER DES ANWALTS

Der Name jeder unterzeichnenden Person ist neben der Unterschrift zu wiederholen, und es ist anzugeben, sofern sich dies nicht eindeutig aus dem Antrag ergibt, in welcher Eigenschaft die Person unterzeichnet.

ROBERT BOSCH GMBH

Nr. 135/96 AV



Dr. Burbaum

Alfred GOERLACH

Vom Anmeldeamt auszufüllen		Vom Internationalen Büro auszufüllen	
1. Datum des tatsächlichen Eingangs dieser internationalen Anmeldung	2. Zeichnungen  <input type="checkbox"/> eingegangen:  <input type="checkbox"/> nicht eingegangen:	Datum des Eingangs des Aktenexemplars beim Internationalen Büro:	
3. Geändertes Eingangsdatum aufgrund nachträglich, jedoch fristgerecht eingegangener Unterlagen oder Zeichnungen zur Vervollständigung dieser internationalen Anmeldung:		Formblatt PCT/RO/101 (letztes Blatt)	
4. Datum des fristgerechten Eingangs der angeforderten Richtigstellung nach Artikel 11(2) PCT:			
5. Vom Anmelder benannte Internationale Recherchenbehörde: ISA/	6. Übermittlung des Recherchenexemplars bis zur Zahlung der Recherchegebühr aufgeschoben <input type="checkbox"/>		

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# VERTRAG ÜBER INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

REC'D 29 MAY 2001

WIPO

PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT



(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts R. 36292 Sb/Kat	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/01812	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 03/06/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 03/07/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H01L29/872		
Anmelder ROBERT BOSCH GMBH et al.		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.  
  
☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).  
  
 Diese Anlagen umfassen insgesamt 1 Blätter.

- Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  12/12/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  25.05.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Madenach, A  Tel. Nr. +49 89 2399 2832 

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**I. Grundlag des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):  
**Beschreibung, Seiten:**

1-13                      ursprüngliche Fassung

**Patentansprüche, Nr.:**

2-7,9-16                ursprüngliche Fassung

1,8                      eingegangen am                      12/05/2001    mit Schreiben vom    08/05/2001

**Zeichnungen, Blätter:**

1,2                      ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

---



# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/01812

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,      Seiten:
- ☐ Ansprüche,      Nr.:
- ☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

### 1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-16
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-16
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-16
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen  
siehe Beiblatt

## VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:  
siehe Beiblatt

## VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:  
siehe Beiblatt

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf die im Deckblatt angeführten Punkte II-VIII, sofern sie angekreuzt sind:

1. Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

- D1: DE 27 33 840 A (N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN) 16. Februar 1978 (1978-02-16)
- D2: WO 99 12188 A (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV ;PHILIPS AB (SE)) 11. März 1999 (1999-03-11)
- D3: EP-A-0 275 179 (FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION) 20. Juli 1988 (1988-07-20)
- D4: PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 230 (E-343), 17. September 1985 (1985-09-17) & JP 60 084878 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 14. Mai 1985 (1985-05-14)

2. Die Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse von Artikel 6 PCT, da die Ansprüche 1, 8 nicht klar sind.

2.1 Es ist nicht klar, ob der Begriff "zwischen ... eingeschlossen ist" in Anspruch 1 und der entsprechende Begriff in Anspruch 8 bedeutet, daß zwischen die zweite Zone (1) und die zweite Elektrode (5) bzw. die dritte Zone (2) weitere Elemente treten können wie dies in D3 (dort ein Guard Ring) oder D4 (dort eine Isolierung) der Fall ist.

2.2 Die von der Erfindung zu lösende Aufgabe hätte im Licht der Dokumente D1-D4, die allesamt eine Schottkydiode mit einer 3-Zonenstruktur zeigen, neu definiert werden müssen.

3.1 Es sei jedoch angemerkt, daß der Gegenstand der Ansprüche 1-16 neu und erfinderisch ist (Art. 33.2 und 33.3 PCT), wenn der obige unklare Begriff so zu verstehen ist, daß keine weiteren Elemente zwischen die zweite Zone (1) und die zweite Elektrode (5) bzw. die dritte Zone (2) tritt, da keines der oben genannten Dokumente eine solche Vorrichtung zeigt oder nahelegt. Die spezielle Ausbildung der einzelnen Zonen und der zweiten Elektrode bestimmen einen bestimmten Wert der Lawinendurchbruchspannung.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

- 3.2 Andernfalls stellen D3-D4 einen relevanten Stand der Technik dar, der je nach Interpretation dieses Begriffs auch neuheitsschädlich ist.
4. Im Widerspruch zu den Erfordernissen der Regel 5.1 a) ii) PCT werden in der Beschreibung weder der in den Dokumenten **D1-D4** offenbarte einschlägige Stand der Technik noch diese Dokumente angegeben. Entsprechend den Erfordernissen der Regel 6.3b) PCT) wäre eine korrekte Anwendung der zweiteiligen Form hinsichtlich des nächstliegenden dieser Dokument erforderlich.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Internationale Patentanmeldung PCT/DE00/01812  
Robert Bosch GmbH, Stuttgart

R. 36292 Vg/Kat  
08.05.01

#### Neue Ansprüche

1. Diode mit einem zwischen zwei metallischen Elektroden (5, 6) angeordneten Halbleitersubstrat, das in einer ersten Zone (3) stark dotiert ist, um einen ohmschen Übergang zu der ersten Elektrode (6) zu bilden, und in einer zweiten Zone (1) mit gleichem Leitfähigkeitstyp schwach dotiert ist, um einen gleichrichtenden Übergang zu der zweiten Elektrode (5) zu bilden, dadurch gekennzeichnet, dass beide Zonen (1, 3) durch eine dritte Zone (2) des Halbleitersubstrats getrennt sind, die mit gleichem Leitfähigkeitstyp schwächer als die zweite Zone (1) dotiert ist, und dass die zweite Zone (1) zwischen der zweiten Elektrode (5) und der dritten Zone (2) vollständig eingeschlossen ist.

8. Verfahren zum Herstellen einer Diode, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an einer Oberfläche einer dritten Zone (2) eines Halbleitersubstrats, das eine stark dotierte erste Zone (3) und die dritte Zone (2) mit schwacher Dotierung und gleichem Leitfähigkeitstyp umfasst, eine zweite Zone (1) mit gleichem Leitfähigkeitstyp und stärkerer Dotierung als der dritten Zone (2) erzeugt und auf der Oberfläche eine metallische Elektrode (5) abgeschieden wird, die die zweite Zone (1) zwischen sich und der dritten Zone (2) vollständig einschließt.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

# PCT

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>R. 36292 Gz/0s</b>	<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>WEITERES VORGEHEN</b></td> <td style="width: 50%;">siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5</td> </tr> </table>	<b>WEITERES VORGEHEN</b>	siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
<b>WEITERES VORGEHEN</b>	siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5		
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/DE 00/ 01812</b>	<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">           Internationales Anmeldedatum            (Tag/Monat/Jahr)  <b>03/08/2000</b> </td> <td style="width: 40%;">           (Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)  <b>03/07/1999</b> </td> </tr> </table>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>03/08/2000</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>03/07/1999</b>
Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>03/08/2000</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>03/07/1999</b>		
Anmelder  <b>ROBERT BOSCH GMBH</b>			

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

### 1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

### 4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

### 5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H01L29/872 H01L21/329

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

#### B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ, WPI Data, IBM-TDB, EPO-Internal

#### C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 27 33 840 A (N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN) 16. Februar 1978 (1978-02-16) Seite 18; Abbildung 1 ---	1,7,8,10
X	WO 99 12188 A (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV ; PHILIPS AB (SE)) 11. März 1999 (1999-03-11) das ganze Dokument ---	1,7,8, 10,13
X	EP 0 275 179 A (FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION) 20. Juli 1988 (1988-07-20) das ganze Dokument --- -/--	1,4,7,8



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. November 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/11/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Baillet, B

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

---

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 230 (E-343), 17. September 1985 (1985-09-17) & JP 60 084878 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 14. Mai 1985 (1985-05-14) Zusammenfassung ----	1,4,6-8
A	US 5 217 911 A (DENDA) 8. Juni 1993 (1993-06-08) Spalte 5, Zeile 57 -Spalte 6, Zeile 12 -----	8,13,14

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT 00/01812

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2733840	A	16-02-1978	GB 1558506 A	03-01-1980
			CA 1085060 A	02-09-1980
			FR 2361750 A	10-03-1978
			JP 53020774 A	25-02-1978
			US 4134123 A	09-01-1979
WO 9912188	A	11-03-1999	EP 0935816 A	18-08-1999
EP 275179	A	20-07-1988	CA 1285334 A	25-06-1991
			JP 63192274 A	09-08-1988
			US 4903087 A	20-02-1990
JP 60084878	A	14-05-1985	NONE	
US 5217911	A	08-06-1993	JP 2809826 B	15-10-1998
			JP 4061326 A	27-02-1992

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

---



VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESEN

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>99P3225P</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/DE 00/ 00812</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>16/03/2000</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>31/03/1999</b>
Anmelder  <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der **Bezeichnung der Erfindung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der **Zusammenfassung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 IPK 7 H01L21/76 H01L29/78 H01L27/088

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 710 455 A (WEITZEL CHARLES E ET AL) 20. Januar 1998 (1998-01-20) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 1-3 Spalte 5, Zeile 44 - Zeile 45 ---	1-9, 11-15
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 08, 30. August 1996 (1996-08-30) -& JP 08 088283 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 2. April 1996 (1996-04-02) Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1-9, 11-15
Y	US 5 510 630 A (AGARWAL ANANT K ET AL) 23. April 1996 (1996-04-23) Spalte 3, Zeile 62 --- -/--	3

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Januar 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/01/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gélébart, J

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 98 59374 A (MELLOCH MICHAEL R ;SPITZ JAN (US); SHENOY JAYARAMA (US); COOPER JA) 30. Dezember 1998 (1998-12-30) das ganze Dokument ---	5,6
Y	US 5 070 377 A (HARADA MASANA) 3. Dezember 1991 (1991-12-03) Spalte 1, Zeile 44 - Zeile 57; Abbildungen 2,4 Spalte 4, Zeile 26 -Spalte 5, Zeile 43 ---	12
Y	DE 196 38 620 A (SIEMENS AG) 2. April 1998 (1998-04-02) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 1,4 ---	13,14
Y	K. ENDO: "A 500 V 1 A 1-Chip Inverter IC on SOI Wafer" PROCEEDINGS OF POWER CONVERSION, Mai 1998 (1998-05), Seiten 145-150, XP000952318 in der Anmeldung erwähnt Abbildung 6 ---	15
A	SPITZ J ET AL: "2.6 KV 4H-SIC LATERAL DMOSFET'S" IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS,US,IEEE INC. NEW YORK, Bd. 19, Nr. 4, 1. April 1998 (1998-04-01), Seiten 100-102, XP000738787 ISSN: 0741-3106 Seite 100 ---	1,2,4,5, 11
A	US 5 385 855 A (BROWN DALE M ET AL) 31. Januar 1995 (1995-01-31) Abbildungen 6-9 -----	1-4,8,11

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

---

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/00/00812

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5710455	A	20-01-1998	NONE	
JP 08088283	A	02-04-1996	NONE	
US 5510630	A	23-04-1996	NONE	
WO 9859374	A	30-12-1998	AU 8261498 A EP 0993688 A	04-01-1999 19-04-2000
US 5070377	A	03-12-1991	JP 3238871 A DE 4040993 A GB 2241111 A, B	24-10-1991 29-08-1991 21-08-1991
DE 19638620	A	02-04-1998	NONE	
US 5385855	A	31-01-1995	NONE	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter Application No

PCT/DE 00/01812

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H01L29/872 H01L21/329

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, WPI Data, IBM-TDB, EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 27 33 840 A (N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN) 16 February 1978 (1978-02-16) page 18; figure 1 ---	1,7,8,10
X	WO 99 12188 A (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV ; PHILIPS AB (SE)) 11 March 1999 (1999-03-11) the whole document ---	1,7,8, 10,13
X	EP 0 275 179 A (FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION) 20 July 1988 (1988-07-20) the whole document --- -/--	1,4,7,8

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 November 2000

Date of mailing of the international search report

13/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Baillet, B

et      onal Application No

**C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/01812

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2733840	A	16-02-1978	GB 1558506 A	03-01-1980
			CA 1085060 A	02-09-1980
			FR 2361750 A	10-03-1978
			JP 53020774 A	25-02-1978
			US 4134123 A	09-01-1979
WO 9912188	A	11-03-1999	EP 0935816 A	18-08-1999
EP 275179	A	20-07-1988	CA 1285334 A	25-06-1991
			JP 63192274 A	09-08-1988
			US 4903087 A	20-02-1990
JP 60084878	A	14-05-1985	NONE	
US 5217911	A	08-06-1993	JP 2809826 B	15-10-1998
			JP 4061326 A	27-02-1992

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**